

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

008563598 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1991-067633/199110  
XRPX Acc No: N91-052339

**Vehicle engine knock detection system - has timing correction made up of fine and coarse values which are both dependent on engine speed, load and knock presence**

Patent Assignee: FUJI JUKOGYO KK (FUJH )  
Inventor: MIYAMA S; SHUJI M  
Number of Countries: 003 Number of Patents: 005  
Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
GB 2235496	A	19910306	GB 9018652	A	19900824	199110 B
DE 4027354	A	19910321	DE 4027354	A	19900829	199113
GB 2235496	B	19931124	GB 9018652	A	19900824	199347
US 5267164	A	19931130	US 90568606	A	19900816	199349
DE 4027354	C2	19941103	DE 4027354	A	19900829	199442

Priority Applications (No Type Date): JP 89225256 A 19890831

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
GB 2235496	B	2	F02P-005/145	
US 5267164	A	14	F02P-005/14	
DE 4027354	C2	14	F02P-005/15	

Abstract (Basic): GB 2235496 A

A basic knock detecting period is set based on engine speed and engine load. The basic knock detecting period is corrected with an adaptive quantity which is dependent on the correction applied to a basic ignition timing. The timing correction is made up of fine and coarse corrections which are both dependent on engine speed and load and the presence or absence of knock.

Knock is detected within the corrected knock detecting period which occurs after ignition.

The basic knock detecting period is decided by a start time and an end time, and correction of the basic knock detecting period is performed by adding the correcting quantity to the start time and to the end time.

ADVANTAGE - Properly detects knock by controlling detection period even when ignition timing fluctuates over wide range. (32pp

Dwg.No.2a/7)

Abstract (Equivalent): DE 4027354 C

Engine knocking is recorded on the basis of an ignition moment and knock-dependent learning value to give speed, load and knocking over a given period and to exclude extraneous noise. A basic knock-recording period is laid down based on engine speed or load and is then corrected as a function of engine status to give a defined knock-recording period uses to set the ignition time precisely so as to avoid knocking.

Detectors report engine speed and load and a knock-recorder reports these within the set period. A pre-setting device imposes the knock-recording period on the basis of engine speed or load and a correcting device (44) gives the correction value depending on engine operating conditions. A device (52) sets the correction value to set the knock-recording period and so enable the ignition time to be

adjusted to obviate knocking.

ADVANTAGE - Knock period isolated from other factors to arrive at corrected and suitable precise timing for maximum engine performance.

Dwg.1/7

Abstract (Equivalent): GB 2235496 B

A method for detecting knock generated in an automotive engine having an ignition timing control system to calculate an ignition timing based on a basic ignition timing and an adaptive correction quantity, the method comprising the steps of: producing engine speed and load signals; setting a basic knock detecting period based on the engine speed and load signals; correcting said basic knock detecting period with a correction quantity in accordance with the engine speed and load signals; and detecting knock within the corrected knock detecting period so as to accurately detect the knock without erroneously picking up noise signals.

Dwg.1/1

Abstract (Equivalent): US 5267164 A

The method involves detecting engine speed and engine load and setting a basic knock detecting period to occur at a time immediately after the basic ignition timing based on at least one of the engine speed and the engine load. The basic knock detecting period is corrected with a knock detecting period correcting quantity corresponding to the ignition timing learning correcting quantity. a corrected knock detecting period is provided to occur at a time immediately after the changing ignition timing during which corrected knock detecting period there is absence of vibration caused by the valves of the engine and of ignition noises. Knock is detected only within the corrected knock detecting period

ADVANTAGE- Accurately detects knock without erroneously picking up noises.

Dwg.2c/7

Title Terms: VEHICLE; ENGINE; KNOCK; DETECT; SYSTEM; TIME; CORRECT; MADE; UP; FINE; COARSE; VALUE; DEPEND; ENGINE; SPEED; LOAD; KNOCK; PRESENCE

Derwent Class: Q54; S02; X22

International Patent Class (Main): F02P-005/14; F02P-005/145; F02P-005/15

International Patent Class (Additional): F02P-011/02; G01L-023/22

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-F04D; X22-A05A

?



① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 40 27 354 C 3

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 02 P 5/15

② Aktenzeichen: P 40 27 354.7-13  
② Anmeldetag: 29. 8. 1990  
④ Offenlegungstag: 21. 3. 1991  
④ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 3. 11. 1994  
④ Veröffentlichungstag  
des geänderten Patents: 13. 6. 2001

Patentschrift nach Einspruchsverfahren geändert

③ Unionspriorität:  
1-225256 31. 08. 1989 JP

⑦ Patentinhaber:  
Fuji Jukogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦ Vertreter:  
Popp, E., Dipl.-Ing.Dipl.-Wirtsch.-Ing.Dr.rer.pol.;  
Sajda, W., Dipl.-Phys., 80538 München; Reinländer,  
C., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 07549 Gera; Bohnenberger, J.,  
Dipl.-Ing.Dr.phil.nat., 80538 München; Bolte, E.,  
Dipl.-Ing.; Möller, F., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 28209  
Bremen

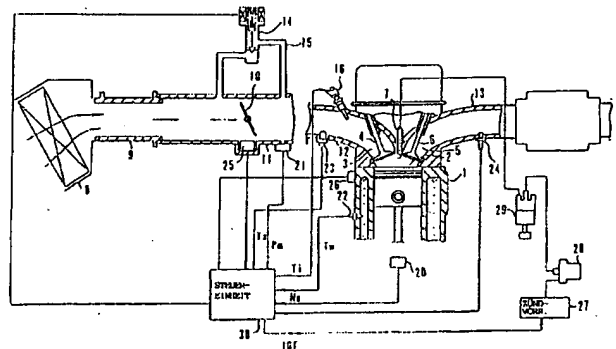
⑦ Erfinder:  
Miyama, Shuji, Tokio/Tokyo, JP

⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 36 35 963 A1  
DE 34 34 823 A1  
DE 34 10 598 A1  
DE 30 47 079 A1  
DE-OS 26 59 239  
JP 56-2 469

⑤ Verfahren und Einrichtung zum Erfassen von Klopfen in einer Brennkraftmaschine

⑤ Verfahren zum Erfassen von Klopfen in einer Brennkraftmaschine, wobei die Maschine eine Zündzeitpunktsteuereinrichtung zum Berechnen eines Zündzeitpunktes auf der Basis eines Grundzündzeitpunktes und eines klopfabhängigen Lernkorrekturwertes aufweist, die Maschinendrehzahl und die Maschinenlast erfaßt werden und das Klopfen innerhalb eines bestimmten Klopfersfassungszeitbereiches zum Ausschließen von fehlerhaften Geräuschaufnahmen erfaßt wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein Grund-Klopfersfassungszeitbereich auf der Basis von der Maschinendrehzahl und der Maschinenlast vorgegeben wird und der Grund-Klopfersfassungszeitbereich mit einem Korrekturwert nach Maßgabe des klopfabhängigen Lernkorrekturwertes für den Zündzeitpunkt korrigiert wird und als aktualisierter Klopfersfassungszeitbereich festgelegt wird, wobei der Klopfersfassungszeitbereich unmittelbar nach dem Zündzeitpunkt beginnt, so daß dieser zur Vermeidung von Klopfen in nachfolgenden Zündzyklen genauer einstellbar ist.



DE 40 27 354 C 3

DE 40 27 354 C 3

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Erfassen von Klopfen in einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 6.

Es wurde bereits ein Lernsteuersystem zur Korrektur des Zündzeitpunktes vorgeschlagen. Dabei wird der Zündzeitpunkt so vorverstellt, daß ein maximales Drehmoment erzeugt wird, solange der Pegel von Klopfen in der Maschine einen annehmbaren Pegel nicht übersteigt. Wenn Klopfen auftritt, wird das Steuersystem wirksam und verzögert den Zündzeitpunkt um einen vorbestimmten Wert.

Das Klopfen, das während eines Verbrennungshubs in einem Zylinder nach der Zündung auftritt, wird durch Aufnahme von Schwingungen der Maschinen von einem Klopfsensor erfaßt. Es gibt jedoch auch Schwingungen, die von anderen Quellen als Klopfen erzeugt werden, z. B. von einem Ventilsitz, der Schwingungen erzeugt, wenn das Ventil auf ihn auftrifft. Daher muß das Klopfen innerhalb einer Zeitdauer zwischen bestimmten Kurbelwinkeln, z. B. zwischen 30° und 90° nach einem oberen Totpunkt, erfaßt werden, während die Ventile nicht arbeiten.

Die JP-OS 56-2469 beschreibt ein Steuersystem für eine Klopferfassungsdauer, wobei ein Austastsignal geliefert wird, das ein Klopfsignal aus verschiedenen Signalen herausnimmt. Die Zeitdauer zur Erzeugung eines Austastsignals wird nach Maßgabe der Maschinendrehzahl gesteuert.

Aus der DE 36 35 963 A1 ist eine Einrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art zum Regeln des Zündzeitpunkts einer Brennkraftmaschine bekannt. Der Zündzeitpunkt wird in Abhängigkeit vom Auftreten eines Klopfsignales korrigiert, welches innerhalb eines vorbestimmten Intervalls der Kurbeldrehung unter Auswertung eines Amplitudenspitzenwerts einer Zylinderdruckschwingung festgestellt wird. Die Korrektur des Intervalls in Abhängigkeit von verschiedenen Maschinenbetriebsbedingungen ist nicht vorgesehen.

Aus der DE 34 34 823 A1 ist ein Verfahren zur Klopfregelung von Brennkraftmaschinen bekannt, gemäß dem innerhalb eines Meßfensters sowie eines Hilfsmeßfensters ein Klopfsignal integriert wird. Auf Grund der Integrationsergebnisse wird entschieden, ob klopfverhindernde Maßnahmen eingeleitet werden müssen. Sowohl das Meßfenster als auch das Hilfsmeßfenster besitzen bezüglich des oberen Totpunkts eines jeweiligen Zylinders eine feste Phasenlage und sind ebenfalls nicht auf die Betriebsbedingungen der Maschine abstimmbare.

Aus der DE 34 10 598 A1 ist ein Zündzeitpunktsteuervorrichtung bekannt, wobei Zündzeitpunkte abhängig vom Ausgang eines Klopfdetektors korrigiert werden. Die Klopfstärke wird in einer Zeitperiode ermittelt, die – ebenfalls – nicht an die Maschinenbetriebsbedingungen anpaßbar ist.

In der DE 30 47 079 A1 ist eine Zündeinrichtung für einen Verbrennungsmotor beschrieben, gemäß welcher der Zündzeitpunkt eines jeden Zylinders in Abhängigkeit von einem Klopfergebnis verstellbar ist. Das Klopfergebnis wird in einem Winkelfenster ermittelt, dessen Winkellage relativ zur Winkellage der Kurbelwelle fest ist.

Die DE-OS 26 59 239 beschreibt eine Einrichtung zur Zündzeitpunktverstellung bei Brennkraftmaschinen, mit der der Zündzeitpunkt in Abhängigkeit von einer Klopferscheinung korrigierbar ist. Auch hierbei wird die Klopferscheinung in einer vorgegebenen, festen Prüfperiode ermittelt.

Allen vorgenannten Einrichtungen bzw. Verfahren ist somit zu eigen, daß die Klopferfassung nur in Abhängigkeit von der Maschinendrehzahl bestimmt wird. Eine Anpassung an einen sich ändernden Zündzeitpunkt bzw. an sich ändernde Maschinenbetriebszustände ist nicht vorgesehen.

Insbesondere dann, wenn der Zündzeitpunkt stark vorverstellt oder verzögert wird, ist es aber schwierig, das Klopfen genau zu erfassen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß in einfacher Weise ein korrektes Erfassen von Klopfen mit größerem Störsignalabstand ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird verfahrenstechnisch durch die im Anspruch 1 und vorrichtungstechnisch durch die im Anspruch 4 angegebenen Merkmale gelöst.

Erfindungswesentlich ist, daß der Klopferfassungszeitbereich in Abhängigkeit der Maschinenbetriebsbedingungen so bestimmt wird, daß lediglich das tatsächliche Klopfen erfaßbar und eine Beeinflussung durch Schwingungen von anderen Quellen weitgehend ausgeschaltet ist. Der Klopferfassungszeitbereich ist somit ebenso wie der Zündzeitbereich als Parameter aufzufassen, der hinsichtlich der Maschinenbetriebsbedingungen korrigierbar und optimierbar ist. Insbesondere wird weitgehend verhindert, daß Schwingungen von anderen Quellen das Klopfergebnis verfälschen. Damit ist mit dem angegebenen Verfahren bzw. der angegebenen Einrichtung ein korrektes Erfassen von Klopfen auf einfache Weise gewährleistet.

Die Erfindung wird nachstehend, auch hinsichtlich weiterer Merkmale und Vorteile an Hand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine, bei der die Erfindung angewandt wird;

Fig. 2a und 2b ein Blockschaltbild einer Regelung gemäß der Erfindung;

Fig. 3, 4 und 5 Flußdiagramme, die den Betrieb des Systems verdeutlichen;

Fig. 6 ein Diagramm, das Charakteristiken des Zündzeitpunkts und des Vorstellwerts nach Maßgabe der Maschinendrehzahl und der Maschinenlast zeigt; und

Fig. 7 ein Impulsdiagramm, das den Betrieb der Erfindung erläutert.

Nach Fig. 1 hat eine Brennkraftmaschine 1 eine Drosselklappe 10 in einem Drosselklappengehäuse 11, das über ein Ansaugrohr 9 mit einem Luftfilter 8 in Verbindung steht. Das Drosselklappengehäuse 11 steht mit einem Ansaugkrümmer 12 in Verbindung, der mit einer Verbrennungskammer 2 jedes Zylinders in der Maschine 1 durch eine Einlaßöffnung 3 und ein Einlaßventil 4 verbunden ist. Eine Bypassleitung 15 mit einem Leerlaufsteuerventil 14 ist um die Drosselklappe 10 herumgeführt. Eine Zündkerze 7 befindet sich in jeder Verbrennungskammer 2, und ein Mehrfach-Einspritzer 16 ist im Ansaugkrümmer 12 nahe jeder Einlaßöffnung 3 angeordnet. Abgase der Maschine 1 werden durch eine Auslaßöffnung 5, ein Auslaßventil 6 und einen Auspuffkrümmer 13 abgeführt. Die Maschine 1 umfaßt einen Kurbelwinkelsensor 20, einen Drucksensor 21, der den Druck im Ansaugrohr 9 abstrom von der Drosselklappe 10 aufnimmt, einen Kühlmitteltemperatursensor 22, einen Sauglufttemperatursensor 23, einen O<sub>2</sub>-Sensor 24, der die Sauerstoffkonzentration der Abgase im Auspuffkrümmer 13 aufnimmt, einen Drosselklappenlagesensor 25 und einen Klopfsensor 26. Ausgangssignale der Sensoren 20–26 werden einer Steuereinheit 30 zugeführt, die dem Einspritzer 16 ein Einspritzsignal, dem Leerlaufsteuerventil 14 ein Leerlaufsignal und der Zündkerze 7 über eine Zündvorrichtung 27, eine Zündspule 28 und einen Verteiler 29 ein Zündsignal zuführt. Eine Maschinendrehzahl Ne wird auf der Basis eines Kurbelwinkelsignals vom Kurbelwinkelsensor 20 berechnet. Ein Saugluftdruck Pm wird auf der Basis eines Si-

gnals vom Drucksensor 21 berechnet. Diese Signale dienen der Berechnung einer Grund-Einspritzimpulsdauer  $T_p$ . Die Grund-Einspritzimpulsdauer  $T_p$  wird nach Maßgabe einer Kühlmitteltemperatur  $T_w$  vom Kühlmitteltemperatursensor 22, einer Sauglufttemperatur  $T_a$  vom Sauglufttemperatursensor 23 und eines Rückführungssignals vom  $O_2$ -Sensor 24 korrigiert. Der Einspritzer 16 spritzt eine Kraftstoffmenge ein, die einer korrigierten Einspritzimpulsdauer  $T_i$  entspricht.

Andererseits wird der Leerlaufzustand der Maschine 1 nach Maßgabe eines Drosselklappenöffnungsgrads, der vom Drosselklappenlagesensor 25 aufgenommen wird, oder eines EIN-Signals eines Leerlaufschalters bestimmt. Der Öffnungsgrad des Leerlaufsteuerventils 14 wird zur Steuerung der Leerlaufdrehzahl der Maschine verstellt.

Nach den Fig. 2a und 2c hat die Steuereinheit 30 einen Maschinendrehzahlrechner 31, einen Saugdruckrechner 32 und einen Kühlmitteltemperaturrechner 33 zur Berechnung der Maschinendrehzahl  $N_e$ , des Saugluftdrucks  $P_m$  und der Kühlmitteltemperatur  $T_w$  auf der Basis der Ausgangssignale vom Kurbelwinkelsensor 20, vom Drucksensor 21 und vom Kühlmitteltemperatursensor 22. Ein Klopfdetektor 34 ist vorgesehen und erzeugt ein Klopfsignal, wenn der Klopf-sensor 26 ein Klopfen der Maschine erfaßt.

Die Maschinendrehzahl  $N_e$  und der Saugluftdruck  $P_m$  werden einer Grundzündzeitpunkt-Nachschlagtabelle 36 und einer Maximalvorstellwert-Nachschlagtabelle 35 zugeführt. In der Grundzündzeitpunkt-Nachschlagtabelle 36 ist eine Vielzahl von Grundzündzeitpunkten IGB gespeichert, die nach Maßgabe der Maschinendrehzahl  $N_e$  und des Saugluftdrucks  $P_m$  angeordnet sind. Der Grundzündzeitpunkt IGB ist ein maximaler Zeitpunkt zur Erzeugung eines maximalen Drehmoments mit niederoktanigem Benzin, ohne daß Klopfen erzeugt wird. Der Grundzündzeitpunkt IGB wird mit steigender Maschinendrehzahl  $N_e$  und steigender Maschinenlast entsprechend dem Saugluftdruck  $P_m$  vorverstellt, wie Fig. 6 zeigt. In der Maximalvorstellwert-Nachschlagtabelle 35 ist eine Vielzahl von Maximalvorstellwerten MBT gespeichert, die nach Maßgabe der Maschinendrehzahl  $N_e$  und des Saugdrucks  $P_m$  angeordnet sind. Der Maximalvorstellwert MBT ist ein Wert, der dem Grundzündzeitpunkt IGB hinzuaddiert wird, um ein maximales Drehmoment mit hochoktanigem Benzin ohne Klopfen zu erzielen. Ein theoretisch erwünschter maximaler Zündzeitpunkt IGT zum Erhalt des maximalen Drehmoments wird mit steigender Oktanzahl des Kraftstoffs parallel dazu in Vorstellrichtung verlagert.

Der Maximalvorstellwert MBT und ein Lernkorrekturwert IGL, der durch einen noch zu erläuternden Lernvorgang erhalten wird, werden einem Bereichsbestimmungsteil 37 zugeführt. In diesem werden der Maximalvorstellwert MBT und der Lernkorrekturwert IGL miteinander verglichen, um einen der Bereiche Da bzw. Db von Fig. 6 auszuwählen. Wenn der Maximalvorstellwert MBT kleiner als der Korrekturwert IGL ist ( $MBT \leq IGL$ ), wird der Bereich Da ausgewählt, wobei der Maximalvorstellwert MBT zum Erhalt eines Zündzeitpunkts IGT genutzt wird. Wenn dagegen der Maximalvorstellwert MBT größer als der Lernkorrekturwert IGL ist ( $MBT > IGL$ ), wird der Bereich Db ausgewählt, wobei der Korrekturwert IGL gewonnen wird.

Das Ausgangssignal des Bereichsbestimmungsteils 37, der Maximalvorstellwert MBT, der Grundzündzeitpunkt IGB und der Lernkorrekturwert IGL werden einem Zündzeitpunktrechner 38 zugeführt. Wenn der Bereich Db ausgewählt wird, wird der Lernkorrekturwert IGL abgeleitet, um den Grundzündzeitpunkt IGB vorzuverstellen. Der Zündzeitpunkt IGT wird wie folgt berechnet:

$$IGT = IGB + IGL.$$

Im Bereich Da dagegen wird der Grundzündzeitpunkt IGB um den Maximalvorstellwert MBT vorverstellt, so daß der Zündzeitpunkt IGT wie folgt berechnet wird:

$$IGT = IGB + MBT.$$

Der Zündzeitpunkt IGT wird der Zündvorrichtung 27 über einen Treiber 39 zugeführt, so daß die Zündkerze zum berechneten Zündzeitpunkt IGT in Abhängigkeit von dem Kurbelwinkelsignal gezündet wird.

Die Steuereinheit 30 hat ferner ein System zur Bildung des Lernkorrekturwerts IGL durch Lernen. Einem Lernbestimmungsteil 40 werden das Ausgangssignal des Bereichsbestimmungsteils 37, die Maschinendrehzahl  $N_e$ , der Saugluftdruck  $P_m$  und die Kühlmitteltemperatur  $T_w$  zugeführt, und es wird bestimmt, ob die Maschinenbetriebszustände zur Durchführung des Lernbetriebs geeignet sind. Der Lernbetrieb wird ausgeführt, wenn das Fahrzeug warmgelaufen ist, ferner im Hochlast- und Niedrigdrehzahlbereich der Maschine, in dem Klopfen genau bestimmt werden kann, und wenn der Bereich Db ausgewählt ist. Das Ausgangssignal des Lernbestimmungsteils 40 wird einem Zündzeitpunkt-korrekturwert-Überschreibungsteil 41 zugeführt, dem außerdem die Maschinendrehzahl  $N_e$ , der Saugluftdruck  $P_m$  und das Klopfsignal zugeführt werden. Der Zündzeitpunkt-korrekturwert-Überschreibungsteil 41 führt selektiv einen vollständigen Grobkorrekturvorgang mit einem großen Lernkorrekturwert AT und einen individuellen Feinkorrekturvorgang mit einem kleinen Lernkorrekturwert nach Maßgabe der Maschinenbetriebszustände aus. Der in einem Speicher 42 für große Korrekturwerte gespeicherte große Lernkorrekturwert AT wird in Abhängigkeit vom Klopfsignal des Klopfdetektors 34 so umgeschrieben, daß der wahre Zündzeitpunkt IGT dem gewünschten Maximalzündzeitpunkt IGT' in Abhängigkeit von der Oktanzahl des Kraftstoffs angenähert wird. Wenn kein Klopfen auftritt wird der Lernbetrieb einmal in jeder vorbestimmten Zeitdauer  $t_1$ , z. B. 1 s, durchgeführt, um den großen Lernkorrekturwert AT um einen vorbestimmten Wert  $a$  zu vergrößern, wodurch der große Lernkorrekturwert AT in Vorstellrichtung geändert wird. Andererseits wird der Korrekturwert AT jedesmal beim Auftreten von Klopfen um einen vorbestimmten Wert  $\gamma$  verringert. Einem Klopfzähler 43, der das Auftreten von Klopfen zählt, wird das Klopfsignal zugeführt. Wenn der Klopfzähler 43 eine vorbestimmte Anzahl  $\alpha$  von Malen, z. B. fünf, gezählt hat, erzeugt er ein Ausgangssignal, das dem Zündzeitpunkt-korrekturwert-Überschreibungsteil 41 zugeführt wird. Einem Korrekturwertdetektor 44 wird der aus dem Speicher 42 gewonnene Korrekturwert AT zugeführt zum Vergleich dieses Werts mit einem vorbestimmten Maximalvorstellwert AM. Wenn der Korrekturwert AT den Maximalvorstellwert AM erreicht, wird dem Zündzeitpunkt-korrekturwert-Überschreibungsteil 41 ein Signal zugeführt; dieser unterbricht die Grobkorrektur, wenn entweder das Signal vom Klopfzähler 43 oder vom Korrekturwertdetektor 44 zugeführt wird, und schätzt, daß sich der Zündzeitpunkt dem gewünschten maximalen Zündzeitpunkt IGT' angenähert hat.

Danach wird ein Feinkorrekturvorgang ausgeführt. Ein kleiner Lernkorrekturwert AP wird aus einem Speicher 45 für kleine Korrekturwerte ausgelesen, in dem eine Vielzahl von kleinen Lernkorrekturwerten AP gespeichert ist, die nach Maßgabe der Maschinenbetriebszustände angeordnet sind. Ein bestimmter kleiner Lernkorrekturwert AP wird gleichfalls in Abhängigkeit des Auftretens von Klopfen

durch Lernen im Zündzeitpunktkorrekturwert-Überschreitungsteil 41 erhöht oder vermindert. Dadurch wird der Zündzeitpunkt IGT weiter vorverstellt und dem gewünschten maximalen Zündzeitpunkt IGT angenähert.

Der große Lernkorrekturwert AT und der kleine Lernkorrekturwert AP werden einem Lernkorrekturwertrechner 46 zugeführt, in dem der Lernkorrekturwert IGL wie folgt berechnet wird:

$$IGL = AT + AP.$$

Der Lernkorrekturwert IGL wird dem Zündzeitpunkt-rechner 38 wie beschrieben zugeführt.

Die Steuereinheit 30 weist ein System zum Bestimmen einer Zeitdauer auf, in der das Klopfen erfaßt werden soll. Das Prinzip dieses Systems wird nachstehend erläutert. Die Zeitdauer zum Erfassen von Klopfen kann auf der Grundlage des Zündzeitpunkts bestimmt werden. Daher wird eine Grund-Klopferfassungsdauer entsprechend dem Grund-zündzeitpunkt IGB in Abhängigkeit von der Maschinendrehzahl Ne und dem Saugluftdruck Pm bestimmt. Wenn sich der Zündzeitpunkt nach Maßgabe des Lernkorrektur-werts IGL ändert, wird ein Klopferfassungsdauer-Korrekturwert entsprechend dem Lernkorrekturwert IGL gebildet, wodurch die Grundklopferfassungsdauer innerhalb eines erforderlichen Mindestbereichs korrigiert wird.

Insbesondere umfaßt die Steuereinheit 30 einen Grund-Klopferfassungsdauergeber 50, dem die Maschinendrehzahl Ne und der Saugluftdruck Pm zugeführt werden. Der Grund-Klopferfassungsdauergeber 50 enthält eine Nachschlagtabelle, in der eine Vielzahl von Grund-Klopferfassungsdauer-Startzeiten KNS gespeichert ist, und eine Nachschlagtabelle, in der eine Vielzahl von Grund-Klopferfassungsdauer-Endzeiten KNE gespeichert ist, die jeweils nach Maßgabe der Maschinendrehzahl Ne und des Saugluftdrucks Pm angeordnet sind. Die Grund-Klopferfassungsdauer-Startzeiten KNS sind zu vorbestimmten Zeitpunkten unmittelbar nach dem Grundzündzeitpunkt vorgegeben. Die Steuereinheit 30 hat eine Klopferfassungsdauer-Korrekturwerttabelle 51, in der eine Vielzahl von Klopferfassungsdauer-Korrekturwerten  $\Delta K$  gespeichert und nach Maßgabe des Lernkorrekturwerts IGL als ansteigende Funktion desselben angeordnet ist. Die Grund-Klopferfassungsdauer-Startzeit KNS, die Grund-Klopferfassungsdauer-Endzeit KNE und der Klopferfassungsdauer-Korrekturwert  $\Delta K$ , die jeweils aus den entsprechenden Tabellen abgerufen sind, werden einem Klopferfassungsdauerrechner 52 zugeführt, in dem eine Klopferfassungsdauer-Startzeit KNST und eine Klopferfassungsdauer-Endzeit KNEN wie folgt berechnet werden:

$$KNST = KNS + \Delta K$$

$$KNEN = KNE + \Delta K.$$

Die Startzeit KNST und die Endzeit KNEN werden dem Klopfdetektor 34 zugeführt.

Fig. 3 zeigt insgesamt den Betrieb des Systems. Bei Programmstart werden die Maschinendrehzahl Ne, der Saugluftdruck Pm und die Kühlmitteltemperatur Tw in den Schritten S100-S102 ausgelesen. In Schritt S103 wird das Auftreten von Klopfen detektiert. Dann werden in Schritten S104 und S105 der Maximalvorstellwert MBT und der Grundzündzeitpunkt IGB aus den jeweiligen Nachschlagtabellen 35 und 36 nach Maßgabe der Maschinendrehzahl Ne und des Saugluftdrucks Pm ausgelesen. In den Schritten S106-S108 wird abgefragt, ob die Bedingungen zum Lernen erfüllt sind. Insbesondere werden in den Schritten

S106-S108 zum Lernen ungeeignete Bedingungen wie kalter Maschinenzustand oder hoher Drehzahlbereich der Maschine, in dem das Klopfsignal Geräusche enthalten kann, oder Niedriglastbereich der Maschine, in dem die Ausgangssignale der Sensoren klein sind, ausgeschlossen. Es wird also abgefragt, ob die Maschinendrehzahl Ne unter 5000 U/min liegt ( $Ne \leq 5000$  U/min), ob der Saugluftdruck Pm über 900 mmHg liegt ( $Pm \geq 800$  mmHg) und ob die Kühlmitteltemperatur Tw höher als 70°C ist ( $Tw > 70^\circ C$ ).

Wenn sämtliche Antworten in den Schritten S106-S108 JA sind, geht das Programm zu Schritt S109 für den Lernbetrieb weiter, der in Fig. 4 beschrieben ist.

In Schritt S200 wird abgefragt, ob die gesamte Groblernkorrektur beendet ist. Wenn die Groblernkorrektur nicht beendet ist wird eine Adresse des großen Lernkorrekturwerts AT im Speicher 42 in Schritt S201 in einem Indexregister X gespeichert. Das Programm geht zu Schritt S203 weiter, in dem abgefragt wird, ob während des Programms Klopfen aufgetreten ist. Wenn Klopfen aufgetreten ist, geht das Programm zu Schritt S204 weiter, andernfalls geht es zu Schritt S207 weiter. In Schritt S204 werden sämtliche großen Lernkorrekturwerte AT um einen Korrekturwert  $\gamma$  vermindert. In Schritt S205 werden Zeitgeber I und II gelöscht, und der Klopfzähler 43 zählt in Schritt S206 die Anzahl von Malen, in denen Klopfen aufgetreten ist.

Andererseits wird in Schritt S207 der Maximalvorstellwert MBT mit dem entsprechenden Lernkorrekturwert IGL(AT + AP) verglichen. Wenn der Maximalvorstellwert MBT kleiner als der Korrekturwert IGL ist, wird der Lernbetrieb beendet, da der Korrekturwert IGL den (äußeren) Maximalvorstellwert MBT übersteigt. In Schritt S208 wird der Zeitgeber I zur Messung der Zeitdauer, in der kein Klopfen auftritt, überprüft, und es wird abgefragt, ob die Maschine 1 gelaufen ist, ohne daß während der vorbestimmten Zeitdauer t1 (z. B. 1 s) Klopfen aufgetreten ist. Wenn der momentane Zeitpunkt innerhalb der Zeitdauer t1 liegt, wird der Lernvorgang nicht ausgeführt. Wenn kein Klopfen in der Zeitdauer t1 aufgetreten ist wird der Korrekturwert AT in Schritt S209 um den Wert  $\gamma$  erhöht, und der Zeitgeber I wird in Schritt S210 gelöscht.

Die anschließenden Schritte S211-S215 dienen dem Abfragen der Beendigung der Groblernkorrektur. In Schritt S211 wird abgefragt, ob die Grobkorrektur noch durchgeführt wird. Wenn der entsprechende Korrekturwert AT kleiner als der vorbestimmte Maximalvorstellwert AM ist (Schritt S212), wird in Schritt S213 der Zeitgeber II gelöscht. In Schritt S214 wird abgefragt, ob die Grobkorrektur beendet ist, wenn das Klopfen häufiger als die vorbestimmte Anzahl von Malen (z. B. fünfmal) aufgetreten ist, so daß in Schritt S215 ein Grobkorrekturbeendigungs-Flag gesetzt wird.

Wenn der große Lernkorrekturwert AT den vorbestimmten Maximalwert AM erreicht (Schritt S212), wird in Schritt S216 abgefragt, ob seit dem Beginn der Grobkorrektur eine vorbestimmte Zeitdauer t2, z. B. 3 s, abgelaufen ist. Das Programm wird wiederholt, um die Grobkorrektur während der vorbestimmten Zeitdauer fortzusetzen. Wenn die Zeitdauer abgelaufen ist, geht das Programm zu Schritt S215 weiter.

Wenn der Groblernkorrekturbetrieb beendet ist, geht das Programm von Schritt S200 zu Schritt S202 weiter, in dem eine Adresse des kleinen Korrekturwerts AP im Indexregister X gespeichert wird. Danach werden den Schritten S203-S210 ähnliche Schritte ausgeführt. Wenn also ein Klopfen auftritt, wird einer der entsprechenden kleinen Lernkorrekturwerte AP um den vorbestimmten Korrekturwert  $\gamma$  verringert. Wenn dagegen kein Klopfen auftritt, wird der kleine Korrekturwert AP einmal in jeder Zeitdauer t1 er-

hört, um den Zeitpunkt vorzuverstellen. Wenn in Schritt S211 geantwortet wird, daß die Feinkorrektur durchgeführt wird, wird das Programm, wenn nicht die Grobmerkmal-Korrektur durchgeführt wird, wiederholt.

Während der Feinkorrektur geht das Programm nach Fig. 3 zu Schritt S110 weiter, in dem abgefragt wird, ob der Maximalvorstellwert MBT größer ist als die Summe des Korrekturwerts IGL, der die Summe aus großem Korrekturwert AT und kleinem Korrekturwert AP ist. Wenn MBT kleiner als IGL ist ( $MBT \leq IGL$ ), geht das Programm zu Schritt S111 weiter und berechnet den Zündzeitpunkt IGT durch Vorverstellen des Grundzündzeitpunkts IGB mit dem Maximalvorstellwert MBT. Wenn dagegen MBT größer als IGL ist ( $MBT > IGL$ ), wird der Zündzeitpunkt IGT dadurch bestimmt, daß der Grundzündzeitpunkt IGB in Schritt S112 mit dem Korrekturwert IGL vorverstellt wird. Dadurch kann der dem gewünschten maximalen Zeitpunkt IGT angenäherte Zündzeitpunkt IGT erhalten werden, wie die stark ausgezogene Vollinie in Fig. 6 zeigt.

Unter Bezugnahme auf das Flußdiagramm von Fig. 5 wird nun der Betrieb zur Bestimmung der Klopfersfassungsdauer beschrieben. In Schritt S300 werden die Grund-Klopfersfassungsdauer-Startzeit KNS und die Grund-Klopfersfassungsdauer-Endzeit KNE aus den Nachschlagtabellen nach Maßgabe der Maschinendrehzahl Ne und des Saugluftdrucks Pm im Grund-Klopfersfassungsdauergeber 50 abgerufen. In Schritt S301 wird der Klopfersfassungsdauer-Korrekturwert AK aus der Klopfersfassungsdauer-Korrekturwerttabelle 51 nach Maßgabe des Zündzeitpunkt-Lernkorrekturwerts IGL abgerufen. Danach wird in Schritten S302 bzw. S303 der Korrekturwert AK der Grund-Klopfersfassungsdauer-Startzeit KNS und der Grund-Klopfersfassungsdauer-Endzeit KNE hinzuaddiert. Wenn der Zündzeitpunkt-Korrekturwert IGL Null ist, liegt eine Klopfersfassungsdauer Tk zwischen der Grund-Klopfersfassungsdauer-Startzeit KNS unmittelbar nach dem Grundzündzeitpunkt und der Grund-Klopfersfassungsdauer-Endzeit KNE.

Wenn sich andererseits der Maximalvorstellwert MBT aufgrund einer Änderung der Oktanzahl des Kraftstoffs ändert, wird der Zündzeitpunkt IGT durch den Lernkorrekturwert IGL stark vorverstellt oder verzögert. Der Klopfersfassungsdauer-Korrekturwert AK für den Korrekturwert IGL wird der Grund-Klopfersfassungsdauer-Startzeit KNS bzw. der Grund-Klopfersfassungsdauer-Endzeit KNE hinzuaddiert unter Bildung der Startzeit KNST und der Endzeit KNEN. Somit wird die Klopfersfassungsdauer Tk nach Maßgabe der Vorverstellung oder Verzögerung des Zündzeitpunkts IGT vorverstellt oder verzögert (Fig. 7). Infolgedessen beginnt die Klopfersfassungsdauer immer unmittelbar nach der Zündung.

Die Klopfersfassungsdauer Tk wird dem Klopfdetektor 34 zugeführt, der das Klopfsignal in Abhängigkeit vom Ausgangssignal des Klopfensors nur während der Dauer Tk erzeugt. Daher wird das Klopfen zum Verbrennungszeitpunkt erfaßt, ohne daß es durch Schwingungen beeinflusst ist, die durch die Ventile der Maschine und Zündgeräusche hervorgerufen werden.

Die Erfindung kann so modifiziert werden, daß anstelle des Saugluftdrucks die Saugluftmenge oder der Drosselklappenöffnungsgrad als Maschinenlast genutzt werden.

Aus der vorstehenden Beschreibung ist ersichtlich, daß durch die Erfindung ein Verfahren angegeben wird, bei dem eine Klopfersfassungsdauer auf der Basis einer Grund-Klopfersfassungsdauer und eines Erfassungsdauer-Korrekturwerts, der von einem Zündzeitpunkt-Lernkorrekturwert abhängt, berechnet wird. Daher wird die Erfassungsdauer unmittelbar nach der Zündung innerhalb eines erforderlichen Mindestbereichs vorgegeben, so daß Klopfen exakt erfaßbar ist,

ohne daß ein auf Störungen zurückgehendes Signal fehlerhaft als Klopfsignal ermittelt wird. Wenn der Zündzeitpunkt stark vorverstellt oder verzögert wird, wird die Klopfersfassungsdauer entsprechend korrigiert, so daß Klopfen zuverlässig erfaßbar ist. Da ferner der Start und das Ende der Erfassungsdauer bestimmt sind, sind der optimale Zeitpunkt und die Länge dieser Zeitdauer ebenfalls bestimmt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen von Klopfen in einer Brennkraftmaschine, wobei die Maschine eine Zündzeitpunktsteuereinrichtung zum Berechnen eines Zündzeitpunktes auf der Basis eines Grundzündzeitpunktes und eines klopfabhängigen Lernkorrekturwertes aufweist, die Maschinendrehzahl und die Maschinenlast erfaßt werden und das Klopfen innerhalb eines bestimmten Klopfersfassungszeitbereiches zum Ausschließen von fehlerhaften Geräuschaufnahmen erfaßt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Grund-Klopfersfassungszeitbereich auf der Basis von der Maschinendrehzahl und der Maschinenlast vorgegeben wird und der Grund-Klopfersfassungszeitbereich mit einem Korrekturwert nach Maßgabe des klopfabhängigen Lernkorrekturwertes für den Zündzeitpunkt korrigiert wird und als aktualisierter Klopfersfassungszeitbereich festgelegt wird, wobei der Klopfersfassungszeitbereich unmittelbar nach dem Zündzeitpunkt beginnt, so daß dieser zur Vermeidung von Klopfen in nachfolgenden Zündzyklen genauer einstellbar ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Maschinenlast aus einem Druck im Ansaugrohr der Maschine, der Ansaugluftmenge oder dem Drosselklappenöffnungsgrad bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Grund-Klopfersfassungszeitbereich von einer Startzeit und einer Endzeit bestimmt und die Korrektur des Grund-Klopfersfassungszeitbereiches durch Addition des Korrekturwertes zu der Start- und der Endzeit durchgeführt wird.
4. Einrichtung zum Erfassen von Klopfen in einer Brennkraftmaschine, wobei die Maschine eine Zündzeitpunktsteuereinrichtung zum Berechnen eines Zündzeitpunktes auf der Basis eines Grundzündzeitpunktes und eines klopfabhängigen Lernkorrekturwertes aufweist, mit Detektoreinrichtungen (20, 31, 21, 32) zum Erfassen der Maschinendrehzahl und der Maschinenlast und mit einer Klopfersfassungseinrichtung (26, 34) zum Detektieren von Klopfen innerhalb eines Klopfersfassungszeitbereiches, gekennzeichnet durch eine Vorgabeeinrichtung (50), die einen Grund-Klopfersfassungszeitbereich auf der Basis der Maschinendrehzahl und der Maschinenlast aus einer Tabelle ausliest, eine Korrektoreinrichtung, die nach Maßgabe des klopfabhängigen Lernkorrekturwertes einen Korrekturwert aus einer Korrekturwerttabelle ausliest und einen Klopfersfassungszeitbereichsrechner (52), der aktualisierte Klopfersfassungszeitbereiche auf der Basis des Grund-Klopfersfassungszeitbereiches und der Korrekturwerte bereitstellt.

---

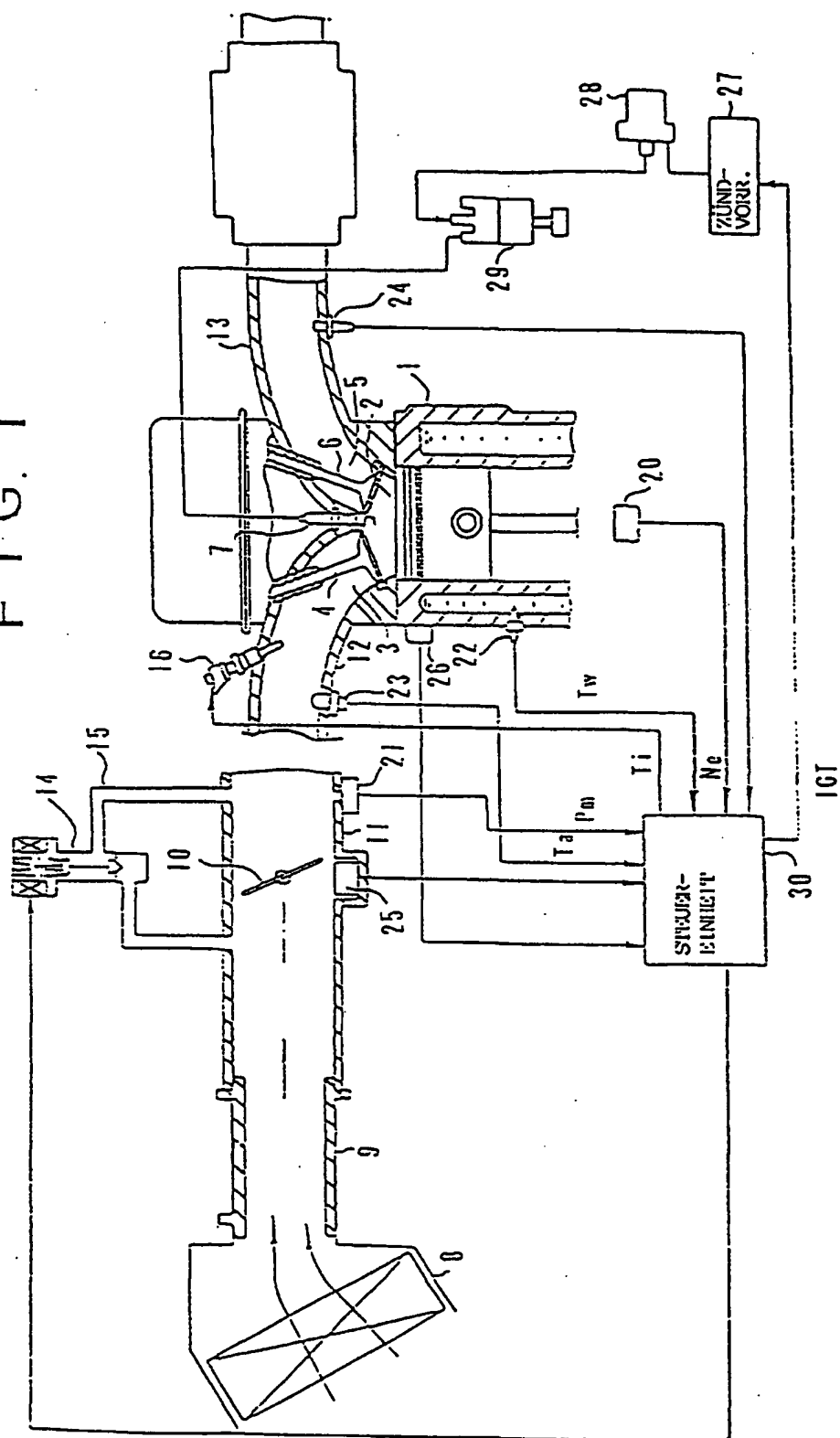
Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

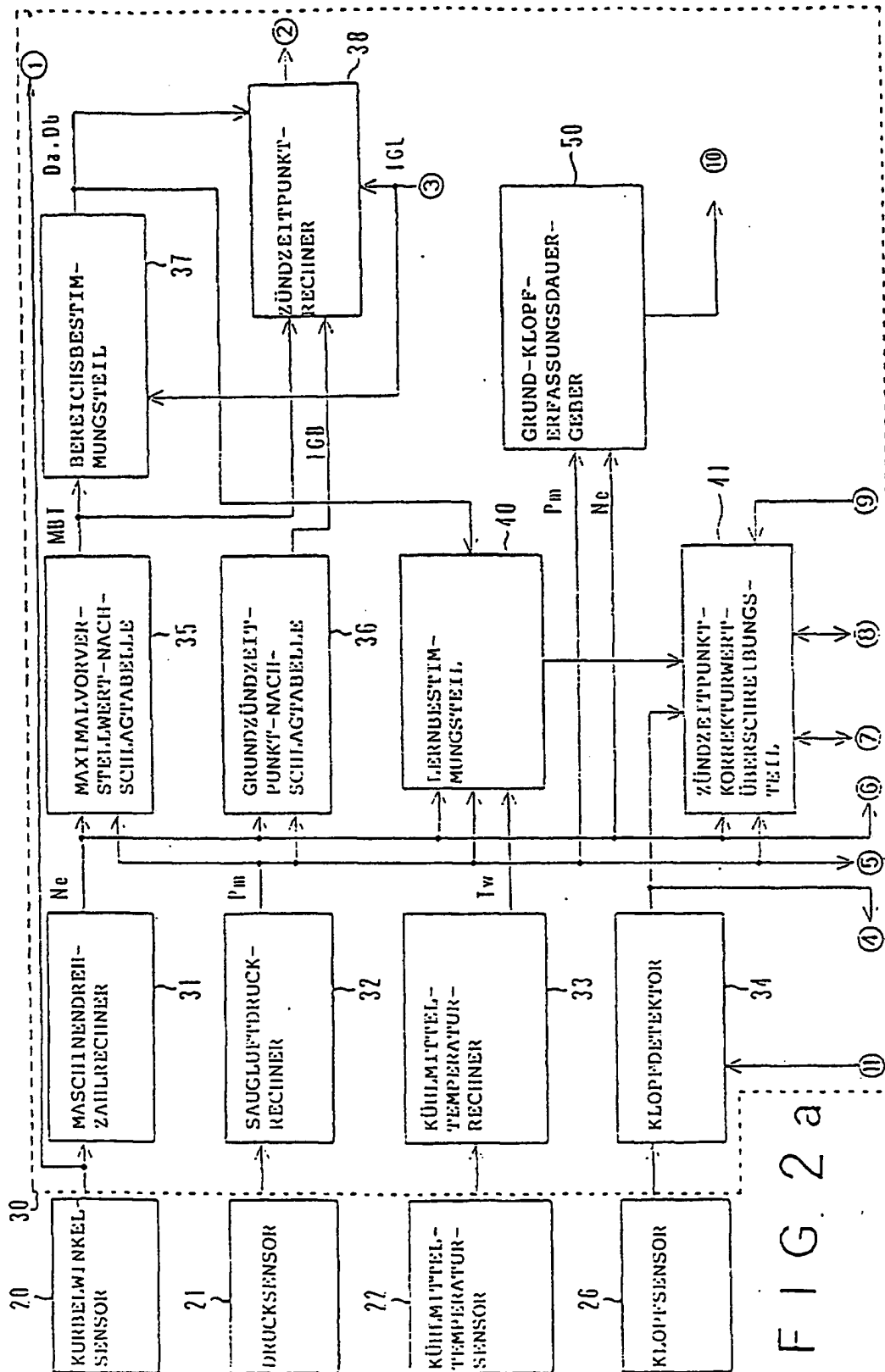
---

- Leerseite -



161





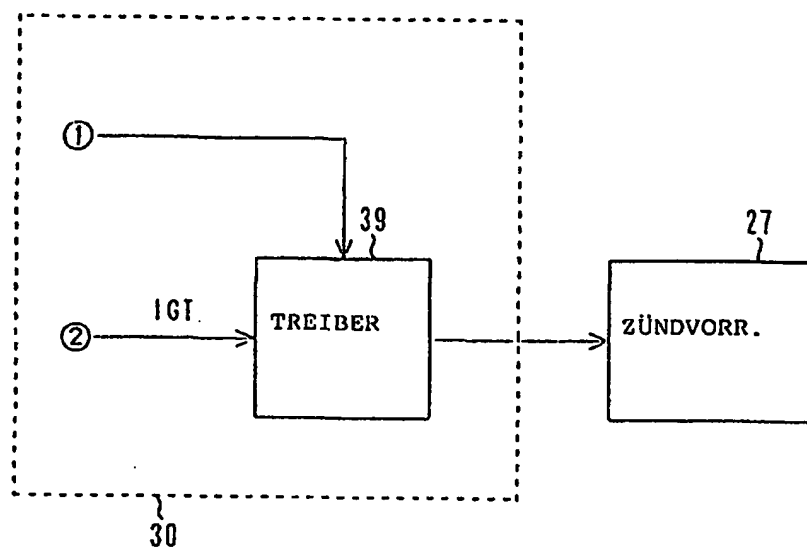


FIG. 2 b

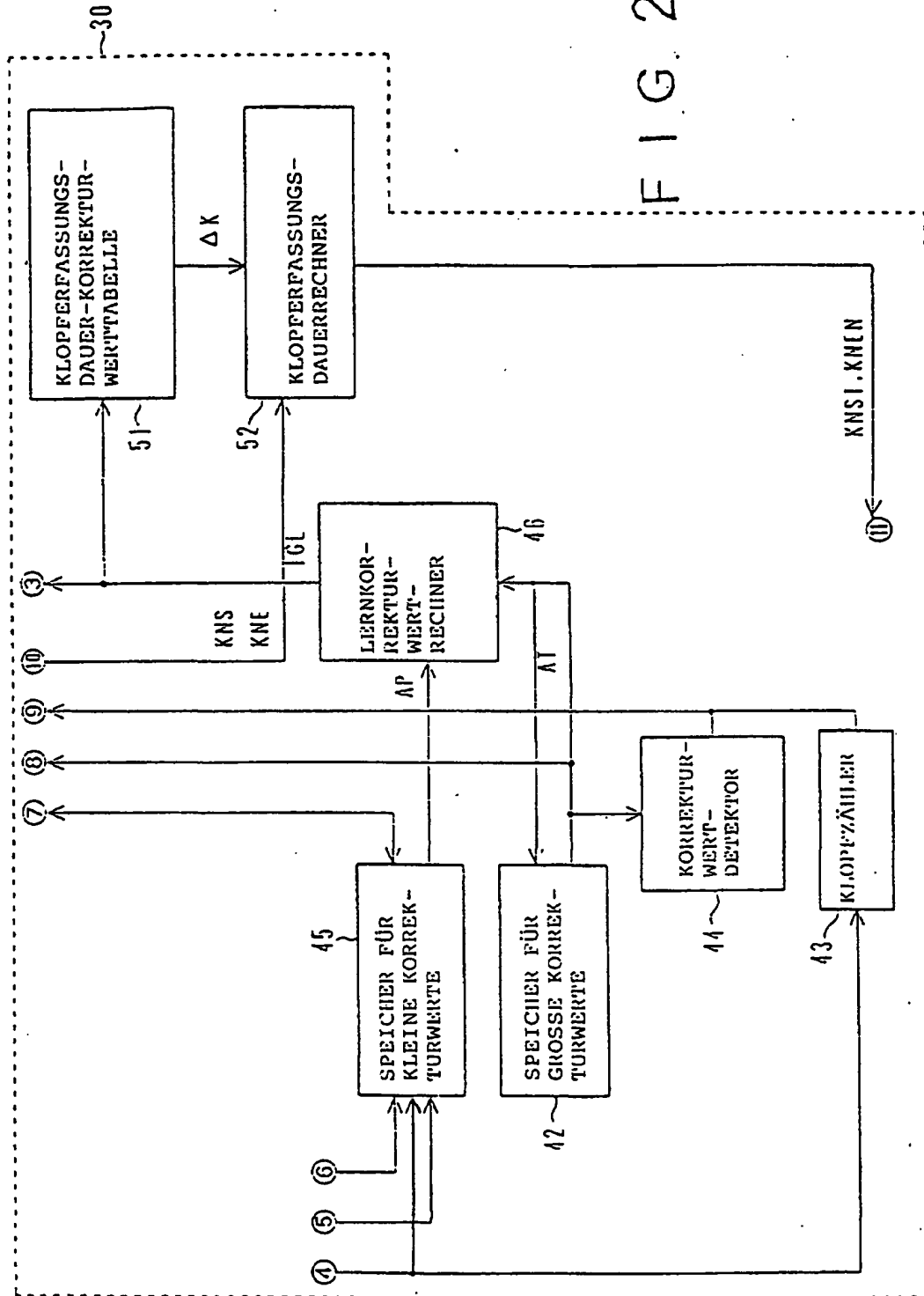
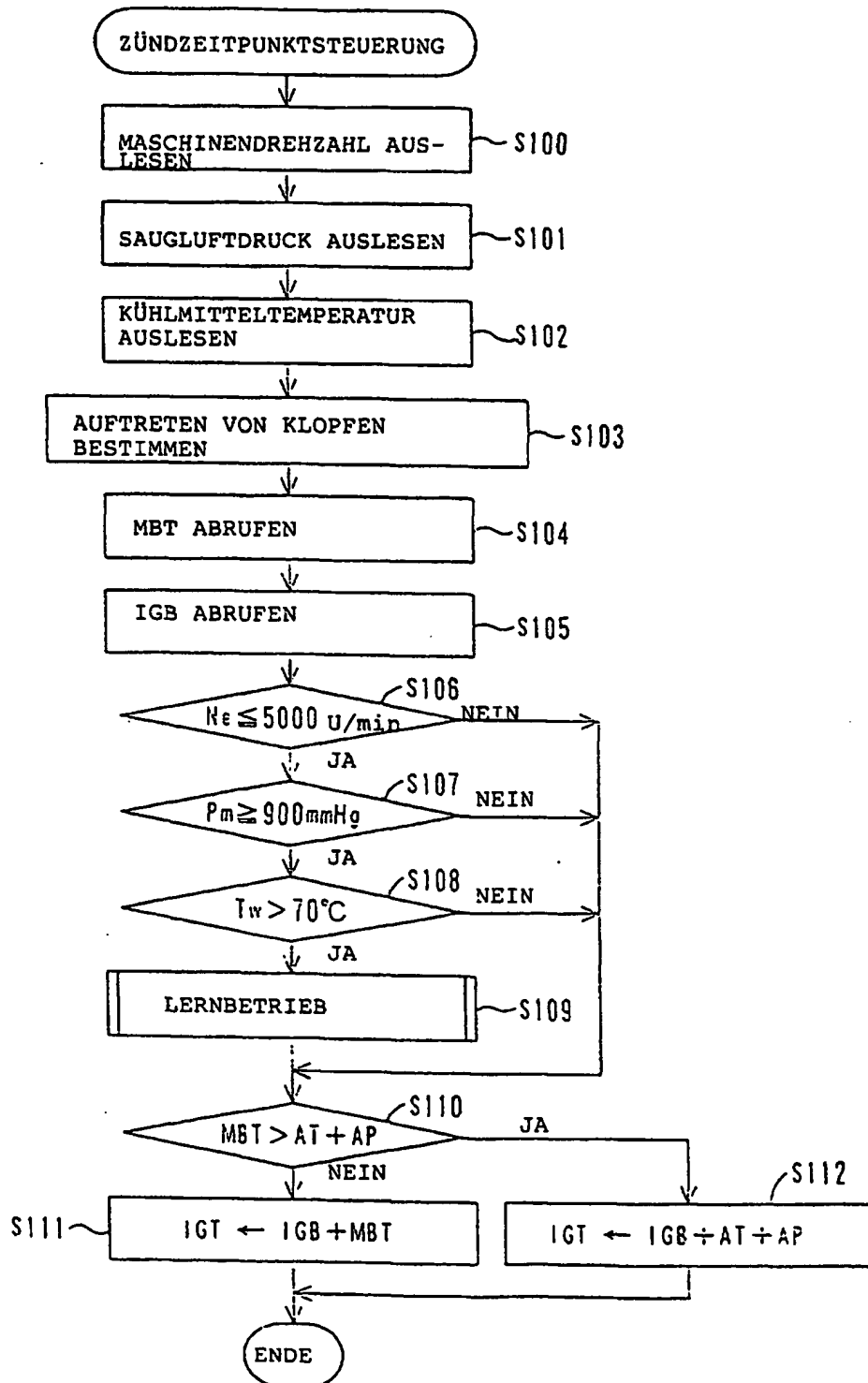
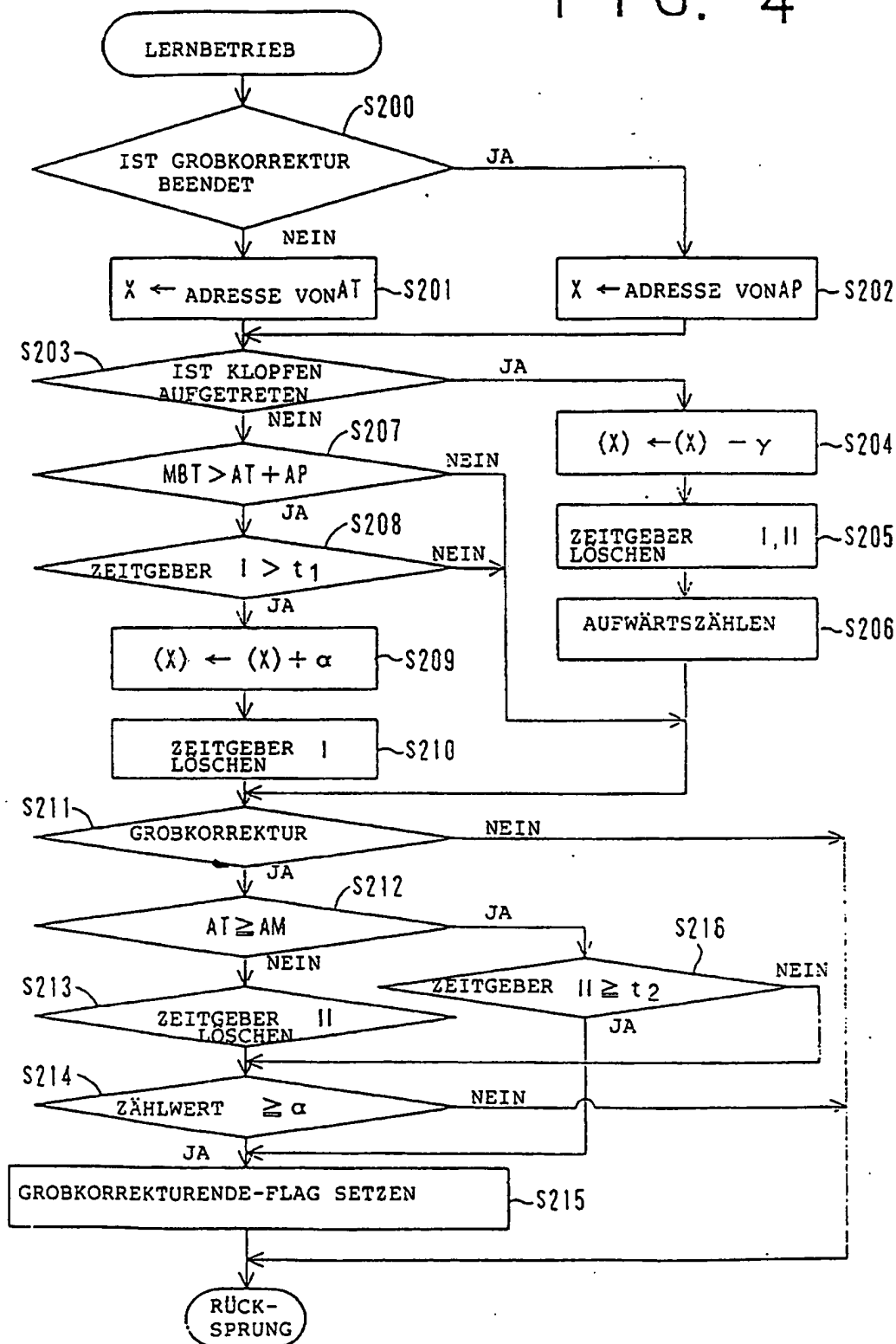


FIG. 2c

## FIG. 3



## FIG. 4



# FIG. 5

